

Semina □ Nr 16
Scientiarum 2017

s. 224–240

DOI: <http://dx.doi.org/10.15633/ss.2493>

Dariusz Adam Szkutnik

O błędnych założeniach metodologicznych oraz nieudanej próbie eksperymentalnej Wilhelma Roux w toku wyjaśniania osobliwości organicznych procesów rozwojowych

Głównym celem niniejszego artykułu jest opisanie podstawowych ścieżek rozwojowych badań metodologiczno-eksperymentalnych Wilhelma Roux (1850–1924)¹, zwolennika redukcjonizmu fizyko-chemicznego w poznaniu biologicznym. Ukazanie błędnych założeń metodologicznych w toku stosowania samego podejścia eksperymentalnego Roux rzuca światło na historię badań embriologicznych oraz na ich metodologię, szczególnie na ich adekwatny rozwój w stosunku do zjawisk i procesów biologicznych, w formułowaniu i opisie podstawowych praw rządzących procesami embriogenezy. Poza tym jest rzeczą pouczającą śledzić zmienne losy teorii naukowych, gdyż są one ciekawsze od zmiennych losów ludzi. Każda z nich zawiera bowiem w sobie coś nieśmiertelnego, choćby cząstkę wiecznej prawdy².

¹ Wilhelm Roux – urodzony w Niemczech (Jena). Studiował pod kierunkiem Ernsta Haeckla, a także na uniwersytetach w Berlinie i Strasburgu, gdzie otoczony był opieką naukową Gustawa Schwalbe i Daniela von Recklinghausena oraz Rudolfa Virchowa. Pomimo faktu, że z wykształcenia był lekarzem, całą karierę naukową poświęcił biologii eksperymentalnej. Jego praca doktorska pt. *Embriologiczny rozwój naczyń krwionośnych* skupiała się na ważnych badaniach w zakresie układu sercowo-naczyniowego.

² Zob. G. Picon, *Panorama myśli współczesnej*, tłum. B. Dziemdok, Paris 1960, s. 6.

Pomimo tego, że podejście redukcjonistyczne Roux do wyjaśniania dynamiki zjawisk biologicznych było chybione, to jednak stanowi swoistą podstawę³ dla innych badaczy w weryfikowaniu adekwatności przebiegu procesów morfogenetycznych. Takie ujęcie metodologii badawczej rzuca także światło na klarowanie się postawy neowitalistycznej w poznaniu biologicznym, które pomimo poprawnej interpretacji swoistości organicznych i zasadności w wyprowadzaniu pojęć całościowo-dynamicznych jest również chybione⁴. Odwoływanie się bowiem do czynników pozaprzestrzennych jako podstawy wyjaśniającej dla procesów regulacyjnych nie mieści się w ramach żadnej nauki, a już na pewno nie może być metodą poznawczo skuteczną w analizach badawczych, na obszarze szeroko pojętej metodologii nauki⁵.

1. Założenia metodologiczne w strategii badawczej Wilhelma Roux

Wilhelm Roux rozpoczął swoje badania eksperymentalne od wcześniej poczynionych założeń metodologicznych, które w sposób bezpośredni nawiązują do filozofii, głównie do teoretycznych założeń z zakresu mechanicyzmu Immanuela Kanta⁶. Nie są to jednak założenia naukowo odkrywcze z punktu widzenia samej istoty przyczynowości zjawisk organicznych. Roux po prostu skupiał się na wyjaśnianiu swoistości organicznych samego zarodka oraz na poszukiwaniu przyczyn sprawczych kierujących jego rozwojem. Uważał przy tym, że w każdym czasie, na cały organizm oddziałują wyrównane przy-

³ Chodzi bowiem o dobór i metodologię przeprowadzania samego eksperymentu biologicznego.

⁴ Na kanwie eksperymentów Roux swoją teorię witalistyczną zbudował Hans Driesch. Driesch zweryfikował eksperymenty Roux, co doprowadziło go do innych wniosków badawczych i uogólnień teoretycznych. Zestawienie poglądów badawczych Roux z poglądami Driescha jest swoistym zderzeniem się mechanicyzmu z witalizmem.

⁵ Por. E. Nagel, *Struktura nauki*, tłum. J. Giedymin i in., Warszawa 1970, s. 369.

⁶ Zob. D. Szkutnik, *Hans Driesch o teleologii Immanuela Kanta*, „Rocznik Wydziału Filozoficznego Wyższej Szkoły Filozoficzno-Pedagogicznej w Krakowie” XVI (2010), s. 119–136.

czyny, jednorako wywołując określone jego skutki w zamyśle czyisto mechanistycznym.

Roux przedstawił szereg propozycji badawczych, które najlepiej mogłyby opisywać wyniki samego eksperymentu. Na początek wprowadził wyraźne rozróżnienie kategorialne, odnoszące się do rozwoju wydarzeń organicznych. Chodziło o procesy, które – w jego redukcjonistycznym zapatrywaniu – powinny być zawsze osadzone w określonym czasie i miejscu; powinny także charakteryzować się stosowną jakością oraz odpowiednią regularnością i nieregularnością w toku ich przebiegu.

Założenia badawcze Roux formułowane były także w oparciu o stosowną logikę i były selekcjonowane w oparciu o ważność podnoszonego problemu. Po pierwsze – uważał Roux – badacz swoją uwagę powinien kierować na ustalenie lokalizacji przyczyn sprawczych, po drugie powinien ustalić czas aktywacji określonych czynników przyczynowych, po trzecie powinien przystępować do rejestracji przyczyn oddziałujących w określonym czasie i w określonym miejscu w toku rozwoju wydarzeń organicznych i po czwarte badacz ostatecznie powinien dążyć do wyodrębnienia przyczyn odpowiedzialnych za ich jakościowy sposób oddziaływania na organizm, w czasie osobliwych procesów rozwojowych.

Podczas badań metodologicznych Roux zostało ukute założenie główne, które badacz wprowadził do neoepigenezy i neoewolucji: rozwój – jego zdaniem – zawsze powinien opisywać jednostkę oraz jej zmiany, które są zawarte w potencjalności jądrowej⁷.

Metodologiczna teoria rozwoju organizmów Roux znajdowała się pod wielkim wpływem Augusta Weismanna, który w sposób teoretyczny analizował mechanizm różnicowania się komórek w organizmach żywych. Weismann rozpoczął swoje badania teoretyczne od wskazania, że skoro z zygoty powstają potomne komórki wszystkich niezbędnych typów tkanek, to musi ona zawierać całą dziedziczną informację potrzebną do stworzenia tychże właśnie różnych typów, co oznacza, że jest rzeczywiście totipotencjalna. Następnie jednak stwierdził, że tkanka

⁷ Zob. W. Roux, *Über die Zeit der Bestimmung der Hauptrichtungen des Froschembryo. Eine biologische Untersuchung*, Leipzig 1883, s. 95–124.

potomna powinna zatrzymywać tylko pewną część całości dziedzicznego materiału – tylko tę część strukturalną, która jest odpowiednia dla określonej tkanki. Dlatego też Weismann pojmował różnicowanie się komórek jako stałą utratę dziedzicznej informacji (genów) w każdej wyspecjalizowanej tkance w miarę postępującego procesu podziału komórek. Ta swoista utrata w toku rozwoju miała rozpoczynać się wraz z pierwszym bruzdkowaniem, wtedy gdy jedna z komórek dzieli się na dwie. W konsekwencji jedna z komórek potomnych miała zawierać informacje dla prawej części ciała, a druga miała zawierać dziedziczny materiał odpowiadający lewej części ciała *etc.*⁸

W świetle powyższych faktów teoretyczna podstawa naukowa Weismanna była dobrą propozycją badawczą, gotową do eksperymentalnego sprawdzenia i naukowego zweryfikowania przez Roux⁹.

2. O eksperymencie Wilhelma Roux przeprowadzonym z perspektywy założeń mechanicznych jako swoistej próbie wyjaśnienia osobliwości procesów rozwojowych

Roux, weryfikując hipotezę Weismanna, przeprowadzał swoje eksperymenty na jajach żab zielonych (*Rana esculenta*), ponieważ materiał ten – w jego przekonaniu – najlepiej nadawał się do tego rodzaju badań. Jaja te były bowiem duże, łatwo dostępne i dobrze znosiły fizyczne „maltretowanie”. Jakkolwiek daje się dostrzec pewne podobieństwa w samym punkcie wyjścia pomiędzy zapatrywaniem Weismanna i Roux, to jednak w obu przypadkach mamy do czynienia z badaniami biologicznymi o odmiennym charakterze.

W toku swych eksperymentów Roux oczekiwał, aż zapłodnione jajo żaby zielonej podzieli się na dwie komórki. Następnie uszkadzał w sposób eksperymentalny rozgrzaną igłą jedną z tych komór-

⁸ Por. A. Weismann, *Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen*, Jena 1892.

⁹ Wystarczyło eksperymentalnie wziąć jedną komórkę z dwukomórkowego zarodka i sprawdzić, czy powstanie z niego cały, czy tylko połowa zarodka.

rek. Niestety – pisał Roux – większość tych jaj albo w ogóle się nie rozwijała, albo rozwijała się normalnie, pomimo że z przedziurawionej komórki wydostawały się na zewnątrz duże ilości materiału organicznego. Roux podkreślał, że nawet po kilkakrotnym nakłuwaniu cienką igłą oraz pomimo znacznego jej wypatroszenia komórka często rozwijała się normalnie. Dalej przebieg eksperymentu polegał na ogrzewaniu igły oraz dokonywaniu pojedynczego nakłucia, trzymając igłę tak długo, aż w jej okolicy substancja jaja brązowieła. Część tego brązowego materiału przywierała do igły i była wyciągana z nią na zewnątrz. Przy takim podejściu – pisał Roux – otrzymywało się lepsze wyniki, bo w około 20 proc. przypadków operowanych jaj druga, nieuszkodzona komórka zdolna była przetrwać operację. Większość komórek zostawała jednak zupełnie zniszczona. Tylko w niektórych przypadkach komórki rozwijały się normalnie, ponieważ igła mogła być zbyt słabo rozgrzana¹⁰. Jak się okazało, z pozostałej komórki wyrosło pół żabiego zarodka¹¹. Pozornie wydawać się mogło, że Weismann miał rację. W tej sytuacji Roux, m.in. w oparciu o wyniki swych badań eksperymentalnych, założył pismo, które nazwał „Entwicklungsmechanik” („Mechanika Rozwoju”).

Wynik eksperymentalny Roux był zgodny z jego wcześniejszą hipotezą z roku 1883, głoszącą, że zapłodniona komórka jajowa dziedzicznie zostanie podzielona na nierówne części. Przy czym z każdym bruzdkowaniem jakość rozwojowa miała spadać, a pierwszy podział komórki zarodkowej miał się stawać rozcłonowaniem na prawe i lewe jakości, drugi na przednie i tylne, trzeci na górne i dolne, następnie proces rozwoju miał przebiegać dalej w zakresie dolnych struktur roślinnego i zwierzęcego zarodka¹². Roux taki właśnie roz-

¹⁰ Zob. W. Roux, *Beitrage zu Etwicklungsmechanik des Embryo. V. Über die künstliche Hervorbringung „halber“ Embryonen durch zerstörung einer der beiden ersten Fuchrungszellen, sowie über die Nachentwicklung (Postgeneration) der fehlenden Körperhalfte*, Virhows Arch. 1888, s. 114.

¹¹ Eksperyment biologiczny Roux zawiódł, co zostało stwierdzone później, ponieważ spalona, martwa komórka pozostała przyklejona do żywej i hamowała jej rozwój. Por. I. Wilmut, K. Campbell, C. Tudge, *Ponowny akt stworzenia. Dolly i era panowania nad biologią*, tłum. M. Koraszewska, Poznań 2002, s. 91.

¹² Zob. R. Mocek, *Die Werdende Form. Eine Geschichte der Kausalen Morphologie*, Marburg 1998, s. 190.

wój, rozumiany w duchu mechanistycznym, utożsamiał ze swojego rodzaju „mozaiką”.

W mechanistycznym zamyśle Roux rozwój zarodka miał postępować, przechodząc procesy różnicowania samoistnie, tylko w oparciu o prawidłowe warunki organizmalne i zależnie od innych czynników, w toku przeważającego nieprawidłowego przebiegu rozwoju różnicowania się komórek.

Roux był rzetelnym naukowcem i gruntownie opracował swój program w zakresie rozwoju embrionalnego organizmów. Wiedział nie tylko, jak przedstawić dane zagadnienie badawcze, ale również jak do niego podejść, był więc w pełni przekonany o znaczeniu poznawczym tego, co robił. Dlatego też został jednym z założycieli szkoły mechaniki rozwoju, a była to nowa szkoła poszukiwań anatomicznych.

Początkowe fazy badawcze Roux, skupione na teoretycznych podstawach przebiegu różnicowania się zarodka, wywarły wielki wpływ na rozwój pojęć w duchu mechanistycznym, które to z kolei zostały przez niego doprecyzowane w oparciu o jego prace eksperymentalne, stanowiąc w ten sposób swoiste założenia badawcze dotyczące stałej efektu końcowego rozwoju zabiegów zarodka.

Jednym z najwyraźniejszych przejawów myśli Roux było wyraźne rozróżnienie pomiędzy typowym (*typischer*) a nietypowym (*atypischer*) rozwojem regulacyjnym organizmów. Przez takie ujęcie badawcze zbliżył się on do interpretacji procesów regulacyjnych prezentowanych przez jego wielkiego przeciwnika – Hansa Driescha. Chodzi bowiem o to, że Roux starał się powiązać swoje pojęcie postgeneracji (*Postgeneration*)¹³ z Drieschową kategorią systemów harmonijno-ekwipotentjalnych¹⁴. Roux wkrótce po ogłoszeniu eksperymentalnych wyników

¹³ Postgeneracja w interpretacji Roux dotyczyła – całkowitego bądź tylko częściowego (organizacyjnego) – uzupełniania się zniszczonych struktur zarodka (w czasie indukcji eksperymentalnej), gdzie w początkowej fazie rozwoju organicznego stopniowo powstawały poszczególne jego części. Por. W. Roux, *Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen*, Leipzig 1912, s. 311–314.

¹⁴ System harmonijno-ekwipotentjalny w ujęciu Driescha był rozumiany jako sumatywny całokształt komórek, z których każda mogła wykonywać poszczególne działania rozwojowe. Dzisiaj taki układ w biologii rozwoju nazywany jest systemem totipotentjalnym. Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, Leipzig 1921, s. 437; W. Roux, *Über die bei der Vererbung blastogener uns somatoge-*

przez Driescha podkreślał aspekt samoregulacji procesów organicznych jako fundamentu ich rozwoju¹⁵. Z kolei Driesch dla określenia zdolności rozwojowych badanych organizmów, jeszcze w duchu mechanistycznym, wprowadził pojęcie potencji prospektywnej jako kategorii rozpatrywanej w ramach procesów rozwojowych samego zarodka¹⁶.

Tak więc Roux, wychodząc od metodologicznych podstaw koncentrujących się wokół przyczyny istnienia organizmów, dotarł do przyczyny ich powstawania, a poprzez teorię ich funkcjonalnego przystosowywania się do różnych warunków i procesów doszedł do wyjaśnień mechanicznych w tłumaczeniu swoistości rozwoju zarodka, pozostając nadal w kręgu metodologicznych założeń, których doniosłość badał eksperymentalnie. Jakkolwiek były to błędne założenia, a sam eksperyment doprowadził do wniosków niezgodnych z faktycznym stanem rzeczy, to jednak wkład Roux w rozwój badań embriologicznych pozostaje niepodważalny¹⁷.

3. Hans Driesch. Krytyka teoretycznych podstaw Augusta Weismanna oraz wyników eksperymentalnych Wilhelma Roux

Eksperyment Roux, chociaż został przeprowadzony nienagannie z punktu widzenia logiki, w praktyce – według Driescha¹⁸ – był źle pomyślany

ner Eigenschaften anzunehmenden Vorgänge, „Verhandlungen des naturforschenden Vereins zu Brunn” 49 (1911), s. 270–323.

¹⁵ Zob. W. Roux, *Entwicklungsmechanik*, „AHEAE” II (1892), s. 415–445; Ges. Abh. 2, s. 55–94 (auch als: *Ziele und Wege der Entwicklungsmechanik*).

¹⁶ Kategoria potencji prospektywnej w ujęciu Driescha określa wszystkie możliwości rozwojowe danego obszaru zarodka w przebiegu prawidłowego rozwoju (embrionalnego), patologii lub warunków doświadczalnych. Por. H. Driesch, *Analytische Theorie der Organischen Entwicklung*, Leipzig 1894, s. 11–12.

¹⁷ Zob. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 205.

¹⁸ Należy zaznaczyć, że na początku swojej kariery badawczej Driesch był jeszcze bardziej zagorzałym mechanistą niż Roux. Później jednak stał się równie skrajnym witalistą, a przemiana ta nastąpiła po dokonaniu podziału zarodka jeźowca w stadium dwóch komórek na dwa zarodki składające się z jednej komórki. Driesch stwierdził, że z zarodków nie rozwijają się dwie połówki organizmu, jak przewidy-

i dawał błędną odpowiedź¹⁹. Roux był w pełni przekonany, że przebieg różnicowania się komórek jest całkowicie uzależniony od istniejących już wcześniej identycznych części zawartych w danym organizmie. Inaczej mówiąc, uważał on, że jajo jest mozaiką części przestrzennych, z których każda jest nieodwracalnie zdeterminowana do podlegania rozwojowi do postaci ściśle określonej części w ramach całości dorosłego organizmu. Laboratoryjne zniszczenie lub usunięcie którejś z części przekreślało dalszą zdolność blastomeru do ponownego różnicowania się²⁰.

Wielu badaczy związanych ze szkołą mechaniki rozwoju, której jednym z głównych fundatorów był Roux, zakładało, że wyjaśnienia specyfiki rozwoju organicznego należy doszukiwać się wyłącznie na polu badań fizjologicznych, stosując metodę analityczno-eksperymentalną. Tak więc czysta fizyko–chemiczna, laboratoryjna, odpowiednio ukierunkowana manipulacja żywymi organizmami, analiza, obserwacja oraz opis zachodzących procesów w danym organizmie stały się metodą uznaną za poznawczo pewną, dzięki której naukowcy owych czasów starali się zrozumieć, na czym polega rozwój organizmów i co ostatecznie może kierować jego przebiegiem.

Wyniki badań Roux zostały opublikowane po raz pierwszy w 1888 roku. Driesch po upływie trzech lat powtórzył eksperyment Roux, wybierając do tego celu jaja jeżowca (*Echinus microtuberculatus*). Driesch opisywał swoje doświadczenie w sposób następujący.

Eksperyment 1

Na początek Driesch potrząsał bardzo mocno zarodkiem w drugim stadium podziału komórki i w pewnych przypadkach udawało mu się

wały jego mechanistyczne teorie, lecz że zarodki rekompensują ubytki i rozwijają się w nieco mniejsze, ale pod innymi względami w pełni normalne larwy.

¹⁹ Eksperyment Roux był m.in. źle przeprowadzony pod względem technicznym, co z kolei przyczyniło się do uzyskania błędnych wyników eksperymentalnych. Roux – gdyby nawet chciał – po prostu nie mógł spalić jednej komórki dwukomórkowego zarodka bez zniszczenia drugiej.

²⁰ Zob. W. Roux, *Contributions to the Developmental Mechanics of the Embryo. On the Artificial Production of Half-Embryos by Destruction of One of the First Two Blastomers, and the Later Development (Postgeneration) of the Missing Half of the Body*, New York 1974, s. 37.

zabić jeden z blastomerów bez uszkodzenia drugiego bądź też udało mu się oddzielić dwa blastomery, jeden od drugiego²¹.

W tego rodzaju eksperymentach Driesch dokonywał oddzielenia jednej z wielu komórek, na które podzielił się zarodek w procesie swego dojrzewania. Taka oddzielona komórka – jedna z czterech, ośmiu, szesnastu czy większej ich liczby, we wczesnej postaci zarodka – potrafiła rozwijać się niezależnie od pozostałych, tworząc w efekcie cały kompletny organizm. Oznaczało to, że z pierwotnie jednego zarodka, stanowiącego całość, otrzymać można było wiele zarodków, także kompletnych, niezależnie od tego, na ile części został on podzielony; byleby najmniejsza część nie była mniejsza od komórki.

Następnie Driesch obserwował zachowanie tych odizolowanych komórek, które przetrwały. Przeszły one przez podział tak jak ich siostrzane komórki, w których wystąpił etap podziału, doprowadzający do powstania normalnej połowy organizmu. Etap, który odpowiadał normalnemu szesnastemu stadium rozwoju komórki, w tym przypadku był zbudowany tylko z ośmiu elementów i był wielkości dwóch mikromerów oraz dwóch makromerów – czterech komórek średniej wielkości. Dokładnie tak, jak gdyby normalna komórka w szesnastym stadium podziału została przecięta na dwie części. Jak do tej pory nie daje się dostrzec żadnych rozbieżności z wynikami Roux – pisał Driesch²².

Rozwój jeźowca – wskazywał dalej Driesch – przebiegał dość szybko, cały podział trwał około piętnastu godzin. Wieczorem pierwszego dnia podczas trwania eksperymentu Driesch zauważył, że połowa zarodka była uorganizowana z około dwustu elementów oraz że brzeg hemisferycznego zarodka zachowywał się tak, jak gdyby miał utworzyć ciało mniejszej wielkości. I rzeczywiście – następnego dnia rano pływała w wodzie dokoła mała, ale kompletnie uorganizowana blastula²³.

Driesch był przekonany, że powinien był otrzymać wynik morfogenetyczny podobny pod każdym względem do tego, który otrzymał

²¹ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 50.

²² Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 50n.

²³ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 51n.

Roux. Jednakże pomimo pływającej blastuli, którą otrzymał w wyniku swego eksperymentu, Driesch dalej miał nadzieję, że następnego ranka zobaczy połowę struktury organizmu poddanego badaniom. Oczekiwania Driescha nie spełniły się, ponieważ rankiem w jego pojemniku znajdowała się cała, kompletnie uorganizowana gastrula, która od normalnej różniła się tylko wielkością. Ta mała, ale kompletnie uorganizowana gastrula przekształciła się w małą larwę (Pluteus)²⁴.

Wynik ten był odwrotny od wyniku otrzymanego przez Roux oraz od teoretycznych zapatrywań Weismanna²⁵: jeden z dwóch blastomerów przeszedł wprawdzie przez pół podziału, tak jak w przypadku doświadczenia przeprowadzanego na żabie, następnie jednak rozwinął się do postaci całego organizmu – i to przez prosty proces przeorganizowania swego materiału. Proces ten jednak nie przypominał „regeneracji”, w sensie uzupełniania czegoś brakującego przez odrosty powstałe po okaleczeniu. Kiedy więc jedna komórka drugiego stadium była zdolna do przeprowadzenia procesu morfogenetycznego ku właściwej jej całości, to stało się naturalnie niemożliwym przyjęcie założenia, że podział jądra oparty był na podzieleniu jakiegoś rodzaju plazmy zarodkowej na dwie różne połowy; wręcz nie można było nawet mówić o protoplazmie jaja, że podzielona została przez pierwsze bruzdkowanie na dwie nierówne części²⁶.

Driesch, po rozszerzeniu zakresu swoich badań, stwierdził, że pierwszy z czterech blastomerów jest zdolny do realizacji procesu całej organogenezy, a trzy z pierwszych czterech blastomerów łącznie są końcowym wynikiem, dającym kompletny organizm²⁷.

W wyniku tych eksperymentów pojawiły się dalsze problemy oraz nowe pytania, np. o rolę, jaką mogłyby odgrywać pojedyncze podziały jądrowe w morfogenezie. Próba odpowiedzi na to pytanie był kolejny eksperyment Driescha.

²⁴ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 51n.

²⁵ Zob. H. Driesch, *Lebenserinnerungen*, München–Basel 1951, s. 74.

²⁶ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 52.

²⁷ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 52.

Eksperyment 2

Drieschowi udało się ostrożnie wcisnąć jaja *Echinusa*, bez ich uśmiercania, pomiędzy dwie płytki szkła; jaja zostały zniekształcone do postaci stosunkowo cienkich krążków dużej średnicy. W jajach tych przebiegały wszelkie podziały jądra pod kątem prostym do kierunku nacisku, to znaczy w kierunku płytek, tak długo, jak trwał ten nacisk. Podziały zaczęły jednak zachodzić prostopadłe do wcześniejszego kierunku, gdy tylko nacisk ustał²⁸.

Driesch stwierdził na podstawie tego eksperymentu, co następuje.

Przez takie postępowanie, gdy pozwalano trwać naciskowi przez różne okresy czasu, pozostawało całkowicie w gestii badacza otrzymywanie takich odmian bruzdkowania, jakie chciał on uzyskać. Kiedy utrzymywał jaja pod naciskiem aż do zakończenia ośmiokomórkowego stadium, otrzymywał płytkę z ósemką komórek położonych obok siebie, zamiast dwóch pierścieni czterekomórkowych, położonych jeden na drugim, tak jak w normalnym bruzdkowaniu. Następny podział komórki zachodził jednak pod kątem prostym w stosunku do poprzedniego, a wynikiem było szesnastokomórkowe stadium złożone z dwóch ośmiokomórkowych płytek, położonych jedna na drugiej. Gdy nacisk trwał aż do osiągnięcia stadium szesnastokomórkowego, wówczas szesnaście komórek leżało razem obok siebie na jednej płytce, wynikiem zaś dalszego podziału były dwie płytki z szesnastoma komórkami, położone jedna na drugiej²⁹.

Driesch, po przeprowadzeniu serii tego typu eksperymentów, dostrzegł, jak się okazuje, związek przyczynowy pomiędzy opisanym postępowaniem a badanym eksperymentalnie zarodkiem, w którym zauważył specyficznie zachodzące organizacyjne procesy przyczynowe. Oba eksperymenty pokazały, że zaburzany w swym normalnym działaniu zarodek posiada pewną zdolność przywracającą poprawną funkcjonalność sprzed zaburzenia. Dostrzegał również tendencję uszkażanego zarodka do utrzymania swoistej jakościowej cało-

²⁸ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 53.

²⁹ Por. H. Driesch, *Philosophie des Organischen*, dz. cyt., s. 53.

ści³⁰. W tym oto miejscu, jak to trafnie wskazywał Reinhard Mocek, pojęcie całościowości stało się kluczowym i zarazem podstawowym określeniem w bioteorii Driescha³¹.

Tym samym po serii tego typu eksperymentów, przeprowadzanych w różnych warunkach (m.in. przez rozcieńczanie wody morskiej czy też przez podwyższanie jej temperatury), Driesch jako embriolog otrzymał ostatecznie wynik inny od tego, który uzyskał Roux w badaniach prowadzonych z perspektywy mechanistycznej. Dlatego też teoria Roux, przynajmniej w odniesieniu do samego *Echinusa*, została przez Driescha ostatecznie odrzucona³². Co ważniejsze, postawę badawczą Driescha charakteryzowała własna logika argumentacji, która zachowywana była we wszystkich ważniejszych polemikach, w oparciu o rewizję których embriolog budował własną koncepcję teoretyczną³³. Driesch opublikował wskazane wyniki swoich badań po raz pierwszy w 1891 roku³⁴.

Zgodnie z omówionymi eksperymentami Driescha można powiedzieć, że normalny niezaburzony rozwój danego organizmu nie jest warunkiem koniecznym jego kompletnego rozwoju w ogóle. Jasne stało się również, że określone relacje przestrzenne między różnymi podziałami jądrowymi są czymś normalnym. Nie może istnieć jakaś zamknięta relacja pomiędzy pojedynczymi jądrowymi podziałami i powstawaniem narządów w ogóle. Obserwacje oparte na naszkicowanych eksperymentach pokazały również, że większość zarodków może z czasem zacząć wykonywać zupełnie inne zadania (spełniać inne funkcje), niż miało to miejsce w normalnym, niezakłóconym rozwoju. Można powiedzieć, że pomimo tych manipulacji przeprowadzanych eksperymentalnie obserwuje się pewną zdolność, dążność czy nawet tendencję organizmu do rozwoju całościowego.

³⁰ Por. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 278.

³¹ Por. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 278.

³² Zob. H. Driesch, *Entwicklungsmechanische Studien I. Der Werth der beiden ersten Furchungszellen in der Echinodermmentwicklung. Experimentelle Erzeugung von Theil und Doppelbildung*, „Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie” 53 (1891), s. 178. Por. H. Driesch, *Analytische Theorie...*, dz. cyt., s. 25–26.

³³ Por. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 278. Por. H. Driesch, *Analytische Theorie...*, dz. cyt., s. 3–11. Por. H. Driesch, *Lebenserinnerungen*, dz. cyt., s. 96–99.

³⁴ Zob. H. Driesch, *Entwicklungsmechanische...*, dz. cyt., s. 160–178.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że Driesch, po przeprowadzonych doświadczeniach na jajach jeżowca, stopniowo zaczynał dostrzegać, że sama postawa mechanicystyczna oraz wąskie zapatrywanie redukcjonistyczne jest niewystarczające w poznaniu biologicznym. Świadczyć by mogło o tym to, że embriolog w swej znanej pracy *Entwicklungsmechanischen Studien*³⁵ postawił wprost pytanie, czy opisane fakty mogą być wyjaśniane za pomocą procesów fizycznych. I chociaż w tej początkowej fazie swoich badań usiłował jeszcze, w pierwszej kolejności, wytłumaczyć zachodzące złożone procesy organiczne zaobserwowane podczas eksperymentów w sposób mechanicystyczny, to jednak były to badania inspirowane już pewnymi intuicjami witalistycznymi, jak wskazywał na to Mocek³⁶. Kwestia ta jednak znowuż wydaje się sprzeczna z tym, co przedstawiał wprost sam Driesch. W swojej niewielkiej pracy pt. *Die Maschinentheorie des Lebens*³⁷, w której miał on na celu głównie ustosunkowanie się do swoich wcześniejszych badań i prac, przedstawiał się jako zwolennik teleologicznego mechanicyzmu (*teleologischen Mechanismus*), a w żadnym wypadku – witalizmu³⁸. W studium *Analytische Theorie der Organischen Entwicklung* z 1894 roku Driesch rzeczywiście próbował uzupełnić swoje fizyko-chemiczne badania przyczynowości żywych organizmów na gruncie podejścia teleologicznego³⁹.

Zakończenie

Pomimo faktu, że Roux pozostawał przy błędnych założeniach metodologicznych, a sam eksperyment ujawnił wyniki badawcze, które były niezgodne z adekwatnym poznaniem naukowym, był to jednak ważny wkład w rozwój badań embriologicznych nad naturą i rozwojem zarodka. Ernst Mayr wskazuje nawet, że to właśnie ekspe-

³⁵ Por. H. Driesch, *Entwicklungsmechanische...*, dz. cyt., s. 161.

³⁶ Por. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 286.

³⁷ Zob. H. Driesch, *Die Maschinentheorie des Lebens. Ein Wort zur Aufklärung*, „Biologisches Centralblatt” 16 (1896) Nr. 9, s. 353–368.

³⁸ Por. H. Driesch, *Lebenserinnerungen*, dz. cyt., s. 100.

³⁹ Zob. H. Driesch, *Analytische Theorie...*, dz. cyt., s. 161–168.

rymentalnym badaniom Roux embriologia zawdzięcza swój rozkwit poznawczy⁴⁰.

Za zaletę mechanicyzmu, pomimo licznych jego niedostatków, należy niewątpliwie uznać fakt, że było to podejście badawcze *stricte* naukowe, odwołujące się wyłącznie do poznanych zasad i praw naukowych rządzących rozwojem organizmów⁴¹.

Z kolei Driesch, w przeciwieństwie do programu mechanistycznego Roux, stanął zdecydowanie na gruncie zasady autonomii życia w stosunku do świata nieorganicznego oraz autonomii biologii względem fizyki i chemii, uznając biologię za naukę równie elementarną jak fizyka. Naukowo efektywną pod względem badawczym opozycję wobec tendencji redukcjonistycznych (oraz wskazanie na szczególne cechy metodologiczne układów żywych: całościowy charakter badanych zjawisk i ich zasadniczą niepodzielność) można (z dzisiejszej perspektywy) uznać za niekwestionowaną i nieprzemijającą zasługę Driescha. Wedle powszechnego mniemania – co spotykało się z oburzeniem Driescha – w pewnym sensie nie miała być niczym innym niż stosowaną fizyką i chemią.

Pomimo jednak całej poprawności Driescha w opisie swoistości rządzących rozwojem embrionalnym badacz, precyzując przyczynę wyjaśniającą entelechię, popadł w obszar wyjaśnień metafizycznych, które nie mieszczą się już w ramach żadnej nauki. Jest to doskonały przykład na to, na jakie manowce intelektualne może prowadzić oderwana od empirii spekulacja podbudowana (pseudo)filozofią⁴².

Chociaż Roux z niezwykłą konsekwencją i determinacją utrzymywał swoje poglądy badawcze, to jednak spotkał się z bezlitosną i rzeczową krytyką Driescha, który walczył z jego mechanistyczną koncepcją rozwoju organizmów oraz trafnie wykazywał jej niedostatki. Pomimo wielu rozbieżności teoretycznych pomiędzy obydwoima badaczami pozostał ich cel wspólny: stworzenie systemowego ujęcia rozwoju osobniczego w zakresie procesów regulacji. Roux jed-

⁴⁰ Por. E. Mayr, *To jest biologia*, tłum. J. Szacki, Warszawa 2002, s. 22.

⁴¹ Zob. E. Nagel, *Struktura nauki*, dz. cyt., s. 23–33.

⁴² Zob. J. Dębowski, *Idea bezzalożeniowości w filozofii Arystotelesa*, „Studia Filozoficzne” 218 (1984) nr 1, s. 3–18.

nak – w toku rozwiązywania tego osobliwego dla poznania biologicznego problemu – borykał się z funkcjonalnym ujęciem formy (w obrębie jej kształtowania) oraz miał trudności z ustaleniem zasadności działań embrionalnych w zakresie osobliwych procesów samoregulacyjnych, rozpatrywanych w ramach zjawisk fizyko-chemicznych samego organizmu.

Każda epoka przedstawia i będzie przedstawiała swoisty program naukowy, co umożliwiałoby zbliżanie się do coraz doskonalszego zrozumienia praw i zasad rządzących rozwojem formy organicznej. Podejście naukowe Roux do rozwoju formy osobniczej było jak na owe czasy imponujące. Samo wejście na obszar fizjologiczno-eksperymentalny badań nad rozwojem, skupiających się na ukierunkowanej analizie rozwoju formy organicznej, przy uwzględnieniu określonych relacji przyczynowych – należy uznać za jego wielki sukces badawczy. Podobnie ujęcie organizmów jako stosunkowo zamkniętych systemów (kompleksów) oraz zachodzących w ich zakresie działań fizjologicznych ukazuje się w zupełnie nowym świetle, gdy spojrzymy na rozwój nowoczesnej biologii, do której wprowadzona została metoda eksperymentalna oparta na wytycznych Roux⁴³.

Niestety, Roux nie stworzył jakiegokolwiek wielkiej teorii opisującej swoistości regulacyjne organizmów, ale chyba najważniejszym, wręcz proroczym jego stwierdzeniem było to – jak wykazuje Mocek – że genetyka powinna połączyć się z mechaniką rozwoju⁴⁴.

Samo ukazanie rozwoju mechanistycznych poglądów metodologicznych Roux rzuca światło na zmagania człowieka w poszukiwaniu prawdy o naturze życia. Dodatkowo analiza ta jest interesująca z jeszcze jednego powodu. Pozwala ona na przeprowadzenie szeregu porównań pomiędzy jego stanowiskiem mechanicystycznym a stanowiskiem neowitalistycznym Driescha. Jest to możliwe, ponieważ prawie równocześnie te dwie strategie badawcze rozpoczęły swój rozwój oraz ubieganie się o dominację poznawczą zarówno w biologii,

⁴³ Roux, jak wykazuje Mocek, wprowadził do biologii rozwoju nowatorskie podejście eksperymentalne, które wykorzystywali inni embriolodzy, wybierając przy tym inne organizmy oraz sposoby rozdzielania komórek zarodkowych. Por. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 254.

⁴⁴ Zob. R. Mocek, *Die Werdende Form...*, dz. cyt., s. 254.

jak i w filozofii przyrody. Zarówno Roux, jak i Driesch zmierzali – na początku razem, a później oddzielnie – do odkrycia swoistości natury życia, a przez długi czas ich poglądy badawcze krążyły pomiędzy mechanicyzmem a witalizmem.

Summary

Wrong methodological assumptions and Wilhelm Roux's failed experiment in explaining the peculiarities of organic development processes

Wilhelm Roux (1850–1924) was the follower of mechanical philosophy in biological recognition. His research strategy focusing exclusively on the physical and chemical rights should be considered as strictly scientific. Reductionist perspective of organisms by Roux as closed complexes and physiological activities occurring in their range are in the completely new light of modern biology where the experimental method was introduced. In spite of the faulty methodological assumptions and the failed experimental attempt, the research attempt of Roux was the inspiration for vitalist Hans Driesch.

Keywords: embryology, Wilhelm Roux, Hans Driesch, mechanicism, vitalism, reductionism, experiment, organism

Bibliografia

- Dębowski J., *Idea bezałożeniowości w filozofii Arystotelesa*, „Studia Filozoficzne” 218 (1984) nr 1, s. 3–18.
- Driesch H., *Analytische Theorie der Organischen Entwicklung*, Leipzig 1894.
- Driesch H., *Die Maschinentheorie des Lebens. Ein Wort zur Aufklärung*, „Biologisches Centralblatt” 16 (1886) Nr. 9, s. 353–368.
- Driesch H., *Entwicklungsmechanische Studien I. Der Werth der beiden ersten Furchungszellen in der Echinodermmentwicklung. Experimentelle Erzeugung von Theil und Doppelbildung*, „Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie” 53 (1891), s. 160–184.
- Driesch H., *Lebenserinnerungen*, München–Basel 1951.
- Driesch H., *Philosophie des Organischen*, Leipzig 1921.
- Mayr E., *To jest biologia*, tłum. J. Szacki, Warszawa 2002.

- Mocek R., *Die Werdenende Form*. Eine Geschichte der Kausalen Morphologie, Marburg 1998.
- Nagel E., *Struktura nauki*, tłum. J. Giedymin i in., Warszawa 1970.
- Picon G., *Panorama myśli współczesnej*, tłum. B. Dziemdok, Paris 1960.
- Roux W., *Beiträge zu Entwicklungsmechanik des Embryo*. V. Über die künstliche Hervorbringung „halber“ Embryonen durch Zerstörung einer der beiden ersten Fuchrungszellen, sowie über die Nachentwicklung (Postgeneration) der fehlenden Körperhälfte, Virhows Arch. 1888, s. 113–153.
- Roux W., *Contributions to the Developmental Mechanics of the Embryo. On the Artificial Production of Half-Embryos by Destruction of One of the First Two Blastomers, and the Later Development (Postgeneration) of the Missing Half of the Body*, New York 1974.
- Roux W., *Entwicklungsmechanik*, „AHEAE” II (1892), s. 415–445.
- Roux W., *Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen*, Leipzig 1912.
- Roux W., *Über die bei der Vererbung blastogener und somatogener Eigenschaften anzunehmenden Vorgänge*, „Verhandlungen des Naturforschenden Vereins zu Brünn” 49 (1911), s. 270–323.
- Roux W., *Über die Zeit der Bestimmung der Hauptrichtungen des Froschembryo. Eine biologische Untersuchung*, Leipzig 1883.
- Szkutnik D., *Hans Driesch o teleologii Immanuela Kanta*, „Rocznik Wydziału Filozoficznego Wyższej Szkoły Filozoficzno-Pedagogicznej w Krakowie” XVI (2010), s. 119–136.
- Weismann A., *Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen*, Jena 1892.
- Wilmot I., Campbell K., Tudge C., *Ponowny akt stworzenia. Dolly i era panowania nad biologią*, tłum. M. Koraszewska, Poznań 2002.